DIE NATURWISSENSCHAFTEN

WOCHENSCHRIFT FÜR DIE FORTSCHRITTE DER NATURWISSENSCHAFT, DER MEDIZIN UND DER TECHNIK

HERAUSGEGEBEN VON

DR. ARNOLD BERLINER UND PROF. DR. AUGUST PÜTTER

Sechster Jahrgang. 27. September 1918. Heft 39.

Die Biologische Anstalt auf Helgoland 1892—1917.

Von Geheimrat Prof. Dr. Fr. Heincke, Helgoland,
Direktor der Biologischen Anstalt.

Mit dem Deutschwerden Helgolands im Jahre 1890 sollte auch ein alter Wunsch der deutschen Biologen erfüllt werden: Die Errichtung einer zoologischen Meeresstation an der Nordsee. Mitten in der offenen See gelegen, umgeben von einem sehr reichen, vielgestaltigen Meeresleben, wie sonst nirgends an der deutschen Küste, genoß das rote Felseneiland schon viele Jahre vorher den Ruf einer klassischen Stätte biologischer Forschung, den berühmte deutsche Zoologen und Botaniker, wie *Ehrenberg, Joh. Müller, Leuckart, Haeckel, Pringsheim* u. a. durch ihre Studien auf Helgoland begründeten. Hier konnten jetzt, was unter englischer Herrschaft unmöglich war, den die Nordsee aufsuchenden Biologen feste Arbeitsstätten geboten werden in einem Laboratorium nach dem Muster der zoologischen Station in Neapel, das zugleich für den Fang, die Haltung und Konservierung der Meerespflanzen und -tiere und ihre Versendung an die wissenschaftlichen Anstalten des Binnenlandes eingerichtet wurde.

Diese neue zoologische Meeresstation, die erste in Deutschland, trat im April 1892 unter dem Namen *„Kgl. Biologische Anstalt auf Helgoland"* als preußisches, dem Kultusministerium unterstelltes Institut ins Leben und begann nach vollendeter Einrichtung im folgenden Jahre 1893 ihre Tätigkeit. Die Anstalt kann also in diesem Jahre auf eine 25-jährige wissenschaftliche Arbeit zurückblicken, leider auf keine ununterbrochene. Seit dem 1. August 1914 ist mit der Räumung der Seefestung Helgoland von der Zivilbevölkerung auch der Betrieb der Biologischen Anstalt so gut wie ganz eingestellt und die wissenschaftliche Tätigkeit ihrer Beamten, soweit diese nicht ins Feld gezogen sind, aufs Festland verlegt worden. Diese unfreiwillige Muße der Anstalt legt eine rückschauende Betrachtung über ihre Einrichtung, ihre Aufgaben, ihre Leistungen und wissenschaftliche Bedeutung nahe.

Die Biologische Anstalt auf Helgoland ist keine bloße zoologisch-botanische Station, wie die meisten derartigen Anstalten Europas; sie hat vielmehr zugleich den Charakter eines meerwissenschaftlichen Forschungsinstituts. Gleich bei ihrer Gründung sind ihr in dieser Beziehung recht viele und große, umfassende Aufgaben allgemeiner und besonderer Art gestellt worden. Neben die allgemeine Erforschung der Nordsee nach der physikalisch-chemischen, geologischen und biologischen Seite ist hier die besondere Erforschung der Biologie der nutzbaren Tiere der Nordsee gestellt, vor allem der den Gegenstand der Seefischerei bildenden Fischarten. Beides, die allgemeine und die fischerei-biologische Meeresforschung, waren vorher schon seit zwanzig Jahren die in vorbildlicher Weise bearbeiteten Aufgaben der Kgl. Preußischen *Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere* in Kiel und wurden seit dem Aufblühen einer deutschen Hochseefischerei in der Nordsee in den achtziger Jahren auch von dem *Deutschen Seefischerei-Verein* in Berlin erfolgreich gefördert. Zu diesen beiden Forschungsstellen trat jetzt, in ständiger Verbindung mit ihnen, das neue Institut auf Helgoland als unentbehrliche dritte: ein *marinbiologisches Laboratorium*, mitten in der Nordsee und unmittelbar am Rande ihrer reichen Fischgründe gelegen. Als weitere besondere Aufgabe wurde der neuen Anstalt noch die Erforschung der Geologie, der Landflora und der Landfauna der Insel Helgoland gestellt, insbesondere auch das Studium des Vogelzuges an dieser bewährten Raststätte der Wandervögel. Endlich machten alle diese verschiedenen Aufgaben auch die Anlegung von Sammlungen und Aquarien und die Einrichtung von Unterrichtskursen für Studierende, Lehrer und Fischer notwendig.

Zum Leiter der neuen Anstalt wurde der durch seine fischereibiologischen Arbeiten bekannte Zoologe Dr. *Heincke* berufen, ein langjähriger Mitarbeiter der Kieler Meereskommission und des deutschen Seefischerei-Vereins. Ihm wurden drei Assistenten beigegeben, ein Zoologe, ein Botaniker und ein Fischereibiologe, die späteren Kustoden und Vorsteher der drei Abteilungen der Anstalt.

Trotz ihres von Anfang an klaren und bestimmten Arbeitsprogramms ist die Biologische Anstalt, ungleich unseren neuen wissenschaftlichen Forschungsinstituten des Binnenlandes, nicht gleich vollentwickelt ins Leben getreten. Vielmehr war ihr erster Anfang äußerst bescheiden und stand ganz außer Verhältnis zu den Schwierigkeiten jeder Art von Meeresforschung. Sie begann 1893 ihre Arbeiten mit einem Personal von vier Gelehrten, einem Fischmeister, zwei Fischern und einem Präparator, in einem einzigen Gebäude, einem allerdings sehr günstig im Unterlande an der See gelegenen alten Logierhause, das im Innern etwas umgebaut, neben einer kleinen Wohnung für den Fischmeister und den notwendigsten Dienst- und Arbeitsräumen für das Personal nur vier Arbeitsplätze für fremde Besucher enthielt. Ganz unzureichend waren die

Einrichtungen für Konservierung, Sammlungen und Aquarien und ebenso unzureichend die ersten Hilfsmittel für den Fang und die Anbringung des lebenden Untersuchungsmaterials, namentlich für die Arbeit auf offener See, bestehend in einer vierpferdigen Petroleummotorbarkasse, zwei kleinen Segelbooten und einer Ruderjolle. Besser waren die Anfänge des wissenschaftlichen Apparats, namentlich an Mikroskopen, und der Bibliothek, zu der ein guter Grundstock durch Kauf und wertvolle Geschenke gelegt wurde. In den ersten fünf Jahren von 1893 bis 1897 benutzten durchschnittlich jährlich nur 11 fremde Gelehrte die Arbeitsplätze der Anstalt; ihre eigenen Gelehrten hatten zunächst vollauf damit zu tun, sich erst einmal die Kenntnis der marinen Flora und Fauna Helgolands zu erwerben, durch eigenes Sammeln und Konservieren den Versand von wissenschaftlichem Material ins Binnenland in Gang zu bringen und sich aus jungen Helgoländern ihr Hilfspersonal selbst heranzubilden.

Es hat volle zehn Jahre gedauert, um die Biologische Anstalt aus diesen kleinen Anfängen lebens- und entwicklungsfähig, und weitere zehn Jahre, sie auch leistungsfähig zu machen und ihrem Ziele, einem meerwissenschaftlichen Lehr- und Forschungsinstitut, entgegen zu führen. Das Haupthindernis einer schnelleren Entwicklung war dabei die Kleinheit und Abgeschlossenheit der Insel Helgoland, besonders die große räumliche Beschränktheit des Unterlandes, wo ja die Anstalt unmittelbar an der See liegen mußte. Es hat unendliche Mühe und Geduld gekostet und bei den durchaus großstädtischen Grundstückspreisen unverhältnismäßig viel Geld, um der Anstalt rechts und links von dem Stammgebäude durch Erwerb neuer Häuser nach und nach den allernotwendigsten Raum zu schaffen. Dazu kam die große Teuerung aller Lebensbedürfnisse, Materialien und Arbeitsleistungen auf Helgoland, die nicht nur alle Neueinrichtungen und baulichen Erweiterungen der Anstalt sehr kostspielig machte, sondern auch ihren dauernd auf Helgoland wohnenden Beamten die ganze Lebensführung und den Studierenden und Gelehrten des Festlandes den kurzen Besuch zur Benutzung der Arbeitsplätze außerordentlich erschwerte. Die Marine, die gleichzeitig mit der Anstalt nach Helgoland kam, hat alle solche Schwierigkeit leicht und schnell überwunden, weil ihr große staatliche Geld- und Zwangsmittel zu Gebote standen. Beide haben der Biologischen Anstalt lange Zeit mehr als nötig gefehlt. Als z. B. im Jahre 1909 endlich genügend Raum vorhanden war, um an Stelle der alten kleinen und baufälligen Gebäude an der See den unbedingt nötigen Neubau zu errichten, scheiterte der Plan an den hohen Bau- und Unterhaltungskosten und an der Scheu, auf dem kleinen, nach und nach zu einer Marinefestung ausgebauten Helgoland ein großes und modernes wissenschaftliches Institut zu errichten. Solche Hindernisse und Bedenken müssen und werden in dem Maße schwinden, wie mit dem Erstarken der Seegeltung Deutschlands in den letzten Jahrzehnten auch weiteren Volkskreisen bewußt werden wird, welch hohe wirtschaftliche Bedeutung das Meer als Quelle menschlicher Nahrung hat, wie notwendig seine wissenschaftliche Erforschung und wie gerechtfertigt es ist, bedeutende, der Größe ihres Gegenstandes entsprechende Mittel dafür zu verwenden.

In dieser Beziehung trat 1902 eine Wendung in der Entwicklung der Anstalt ein. In diesem Jahre wurde das neuerbaute *Aquarium* eröffnet, das bald die Aufmerksamkeit weiterer Kreise auf sich zog, und gleichzeitig wurde die Biologische Anstalt Mitarbeiterin der *Internationalen Meeresforschung*, einer Vereinigung der Uferstaaten der nordeuropäischen Meere zu gemeinsamen wissenschaftlichen Forschungen im Dienste der Seefischereien. Das Hauptziel dieses bedeutenden Unternehmens war eine genaue Kenntnis der Biologie der nutzbaren Seefische als unentbehrliche Grundlage einer vernünftigen Bewirtschaftung des Meeres an Stelle des jetzigen, zu einem zerstörenden Raubbau ausgearteten Hochseefischereibetriebes. Das war ja auch Ziel und Aufgabe der Biologischen Anstalt, aber jetzt viel klarer gefaßt und ausgedehnt auf das ganze große internationale Gebiet nordischer Seefischereien; von vielen Staaten gleichzeitig in Angriff genommen, nach gleichen Untersuchungsmethoden und in der gleichen Überzeugung, daß auf dem großen Meere nur mit großen Mitteln erfolgreich gearbeitet werden kann. Die Biologische Anstalt hat durch ihren Leiter an der Begründung und Einrichtung der Internationalen Meeresforschung zusammen mit der Kieler Meereskommission und dem Deutschen Seefischerei-Verein wesentlichen Anteil gehabt und als eine ihrer ausführenden deutschen Arbeitsstellen von Anfang an erfolgreich mitgearbeitet.

Für die Teilnahme Deutschlands an der internationalen Meeresforschung wurden außerordentliche Mittel bereitgestellt. Das Reich baute für die Arbeiten auf See den mit allen Einrichtungen für wissenschaftliche und praktische Untersuchungen ausgestatteten Reichsforschungsdampfer „Poseidon“ und übernahm seine Betriebskosten. Preußen vermehrte die persönlichen und sächlichen Mittel der ausführenden Arbeitsstellen an Land; bei der Biologischen Anstalt um drei wissenschaftliche Hilfsarbeiter und einen Zuschuß zu den Betriebskosten des Laboratoriums.

Das neue Aquarium und die Internationale Meeresforschung haben die Entwicklung der Anstalt im zweiten Jahrzehnt ihres Bestehens mächtig gefördert. Mit der Vertiefung ihrer Aufgaben, der Erweiterung ihrer Ziele und der Vergrößerung ihrer Mittel vermehrten sich bald auch ihr Personal, ihre Arbeitsräume, ihre technischen Hilfsmittel, ihre Bibliothek und ihre wissenschaftlichen Sammlungen. Mit der Vermehrung der Arbeitsplätze für fremde Gelehrte vervielfältigte

sich auch die Zahl ihrer Benutzer. Die steigenden Leistungen der Anstalt erwarben ihr Beachtung und Anerkennung im In- und Auslande und weithin drang der Ruf ihres schönen Aquariums.

So wuchs die Biologische Anstalt in langsamer, aber stetiger und bewußter Verfolgung ihrer Ziele aus einer kleinen zoologischen Station zu einem ansehnlichen meerwissenschaftlichen Institut heran.

Das Folgende ist eine kurze Darstellung ihres Umfanges, ihrer Einrichtungen und ihrer Arbeiten vor Beginn des Weltkrieges.

Statt des einen kleinen Gebäudes im Jahre 1893 besteht die Anstalt jetzt aus nicht weniger als 13 einzelnen Baulichkeiten, darunter 5 Beamtenwohnhäuser und 5 in einer Reihe an der See gelegene Dienstgebäude, die leider immer noch nicht zu einem großen Neubau vereinigt sind. Die Zahl der wissenschaftlichen Beamten ist einschließlich des Direktors von 4 im Jahre 1893 auf 8 gewachsen, das Personal für Laboratorium und Aquarium von 1 auf 6 (darunter 2 Präparatoren), für die wissenschaftliche Fischerei auf See von 3 auf 7 unter Leitung des Fischmeisters, das Hauspersonal auf 3, insgesamt 24 Personen gegen 8 im Jahre 1893. Die erste kleine Petroleummotor-Barkasse ist ersetzt durch einen sehr zweckmäßig für die wissenschaftliche und praktische Fischerei eingerichteten seetüchtigen Motorkutter von 25 m Länge mit einem 75pferdigen Dieselmotor; dazu kommen ein 6,5 m langes Beiboot mit 8pferdigem Benzinmotor, 2 Segelboote und 2 Ruderboote. Für weitere Untersuchungsfahrten in die Nordsee und über dieselbe hinaus steht der Reichsforschungsdampfer „Poseidon“ zur Verfügung.

Die persönlichen und sächlichen Ausgaben der Anstalt stiegen von rund 33 000 M. im Jahre 1893 auf rund 93 000 M. im Jahre 1913.

Der älteste Teil der Anstalt ist die *zoologisch-botanische Station*. Die Zahl ihrer Arbeitsplätze ist jetzt von 4 im Jahre 1893 auf 16 gestiegen, die Zahl ihrer jährlichen Benutzer von 7 auf 50. Unter den 470 Benutzern in diesen 21 Jahren waren 81 v. H. Reichsdeutsche, die übrigen Ausländer, meistens Österreicher, Russen, Engländer und Amerikaner. 84 % kamen zu zoologischen oder allgemein biologischen, 15 % zu botanischen und 1 % zu geologischen Studien. Viele namhafte Zoologen und Botaniker haben in der Biologischen Anstalt gearbeitet. Mit der Eröffnung des Aquariums und besonders seit der Einführung des biologischen Unterrichts in den höheren Lehranstalten haben Lehrer und Lehrerinnen an Schulen aller Art in steigender Zahl die Anstalt besucht. Das immer lebhafter werdende Bedürfnis und der Wunsch nach biologischen *Unterrichtskursen* in Helgoland für Studierende und Lehrer, wofür hier wie nirgends sonst alle Bedingungen gegeben waren, konnten leider aus dem einzigen Grunde nicht erfüllt werden, weil genügend große Arbeits- und Lehrräume fehlten. Dagegen hat die Anstalt regelmäßig kleine Kurse für Ärzte und Offiziere der Fischerei-Aufsichts- und der Vermessungsfahrzeuge der Kaiserlichen Marine und gelegentlich auch für Fischereibeamte abgehalten.

Besondere Vorzüge der Helgoländer zoologisch-botanischen Station sind die so gut wie kostenlose Benutzung der Arbeitsplätze, der sehr gut arbeitende Fischereidienst auf See, der den Benutzern der Arbeitsplätze die Beschaffung des gewünschten Untersuchungsmaterials nach Möglichkeit gewährleistet, und besonders die für ein Institut wie das Helgoländer selten große und reichhaltige *Bibliothek*, der Stolz der Anstalt. Sie besteht zurzeit aus rund 7000 gebundenen Bänden und zahlreichen Broschüren und Karten und vermehrt sich hauptsächlich durch den Schriftenaustausch mit mehr als 200 gelehrten Gesellschaften und Personen.

Der Versand von lebendem und konserviertem Material an Aquarien, wissenschaftliche Institute, Museen und Schulen hat allmählig einen recht bedeutenden Umfang erreicht. Von 1908 bis 1913 wurden im Jahresdurchschnitt 280 Versendungen gemacht, die einen Erlös von 4000 M. und eine Reineinnahme für die Staatskasse von 2300 M. ergaben. Dieser Versand, namentlich an öffentliche und Liebhaber-Aquarien, könnte durch Vermehrung der Arbeitskräfte und bei geschäftsmäßigem Betrieb noch ganz bedeutend gesteigert werden.

Das *Aquarium* der Biologischen Anstalt — in dem Neubau an dem Nordostrande ihrer Häuserreihe — steht wohl an Zahl und Größe seiner Schaubecken und bei der Beschränkung auf ein nördliches Meer auch an Mannigfaltigkeit und Schönheit seiner Tiere hinter manchem anderen, z. B. dem Neapeler zurück, darf aber in der Zweckmäßigkeit seiner Einrichtung und wegen der Frische und lehrreichen Anschaulichkeit, in der es Leben und Entwicklung der Tiere und Pflanzen zeigt, zu den schönsten und bedeutendsten seiner Art gerechnet werden. In der Badesaison ist es gegen ein billiges Eintrittsgeld dem Publikum täglich geöffnet und stark besucht, von 1910 bis 1913 durchschnittlich jährlich an 150 Besuchstagen von 22 000 zahlenden Personen, die der Staatskasse rund 8400 M. einbrachten. An das im Erdgeschoß befindliche Schauaquarium schließen sich kleine, bewegliche, nur wissenschaftlichen Zwecken dienende Aquarien an, teils in dem Obergeschoß desselben Gebäudes in Verbindung mit den dort eingerichteten Arbeitsplätzen, teils in einem Nebenhause. In den letzten Jahren ist das Aquarium mit großem Erfolge benutzt worden, um Momentphotographien, farbige und kinematographische Aufnahmen von Pflanzen und Tieren der Nordsee zu machen, die in weiteren Kreisen bekannt geworden sind.

Das *Nordseemuseum* der Biologischen Anstalt — ein für sich gelegenes Gebäude in der Kaiserstraße — soll ihre wissenschaftlichen Sammlun-

gen aus der Tier- und Pflanzenwelt der Nordsee und der Landfauna und Flora, sowie der Geologie von Helgoland und den anderen deutschen Nordsee-Inseln aufnehmen. Diese Sammlungen sind bereits sehr umfangreich und für die Insel Helgoland und das umgebende Meer wohl bereits vollständig zu nennen. Für die entfernteren Teile der Nordsee und die angrenzenden Meere sind sie außerordentlich bereichert durch die Untersuchungsfahrten der Anstalt im Dienste der internationalen Meeresforschung, die sich durch die ganze Nord- und Ostsee bis in den Ozean und ins Eismeer erstreckten. Ein Teil der Sammlungen ist als Schausammlung aufgestellt und als ein Gegenstück zum Aquarium dem Publikum geöffnet. Sie füllt die beiden großen Säle des Museums; den oberen eine Reihe schöner Präparate zur Biologie der Pflanzen und Tiere der Nordsee, den unteren *die berühmte Sammlung Helgoländer Wandervögel*, in englischer Zeit von dem Regierungssekretär und Ornithologen *Gätke* in fünfzigjähriger Arbeit zusammengebracht, nach ihrem Ankauf durch die preußische Regierung der Biologischen Anstalt überwiesen und von ihr neu aufgestellt und bedeutend vermehrt. Sie enthält jetzt etwa 380 Vogelarten Europas, Asiens, Afrikas und Amerikas, die auf ihren Wanderungen Helgoland besuchten. Neuerdings durch eine Balgsammlung von etwa 750 Stück in 200 Arten vergrößert, ist sie eine der schönsten und wissenschaftlich bedeutendsten ornithologischen Lokalsammlungen. Verbunden mit ihr ist

Die Vogelwarte Helgoland. Sie ist 1909 durch Berufung eines ornithologischen Assistenten als besondere Abteilung der Biologischen Anstalt begründet, ein Gegenstück zu der bekannten Vogelwarte Rossitten auf der Kurischen Nehrung. Sie setzt die älteren Beobachtungen *Gätkes* über den Vogelzug auf Helgoland nach neuen Methoden fort und sucht durch tägliche Notierungen des Erscheinens der Wandervögel verbunden mit Wetterbeobachtungen und Aussetzungen markierter Vögel Regeln und Wege des Vogelzuges zu erforschen. Über ihre Tätigkeit werden ausführliche Jahresberichte in Sonderheften des Journals für Ornithologie veröffentlicht. In den Jahren 1910 bis 1914 wurden rund 14 000 Vögel aller Art, meist Möwen und Seeschwalben mit Ringen markiert und ausgesetzt, von denen bis 1916 rund 600 als wiedergefangen gemeldet sind.

Der *botanisch-ornithologische Versuchsgarten* ist eine von dem Botaniker und dem Ornithologen der Anstalt in den Jahren 1910 bis 1914 geschaffene Anlage auf dem Oberlande. Sie soll einerseits wissenschaftlichen Versuchen dienen zur Eingewöhnung festländischer, namentlich subtropischer Pflanzenarten an das milde Inselklima Helgolands und Studien über die Wirkung der Seewinde auf die Vegetation. Andrerseits soll der eingezäunte Garten den Zugvögeln auf dem durch Befestigungsanlagen immer mehr eingeengten und beunruhigten Oberlande eine Stätte ungestörter Rast bieten und damit ihre Beobachtung erleichtern. Der mit viel Mühe und Kosten angelegte Garten war 1914 kurz vor Ausbruch des Krieges vollendet und versprach neben dem Aquarium und Nordseemuseum eine neue Zierde der Anstalt und der Insel zu werden.

Die hydrographische Station, die 1893 von der Kieler Kommission übernommen wurde, führt tägliche Bestimmungen der Temperatur und des Salzgehalts des Oberflächenwassers bei Helgoland aus; seit mehreren Jahren nach den verbesserten Methoden der internationalen Meeresforschung und zugleich mit 14tägigen Tiefenserien-Bestimmungen.

Die Preußische Meteorologische Station auf Helgoland wird seit 1900 von der Biologischen Anstalt verwaltet, die auch die tägliche Übermittelung der Wettertelegramme an die Seewarte und die Beobachtung des Flutmessers besorgt.

Eine Erdbebenstation II. Ordnung wurde 1907 in Helgoland durch das geophysikalische Institut in Göttingen als besondere Abteilung der Biologischen Anstalt eingerichtet. Die Aufzeichnungen der Station werden nach Göttingen mitgeteilt.

So vereinigt die Biologische Anstalt verschiedene Arten naturwissenschaftlicher Arbeit zu dem gemeinsamen Ziele der Erforschung der Nordsee und der Insel Helgoland.

Die wissenschaftlichen Arbeiten und Leistungen der Anstalt haben mit ihrer fortschreitenden Entwicklung und namentlich seit ihrem Eintritt in die internationale Meeresforschung an Umfang und Bedeutung erheblich zugenommen. Ihre Botaniker und Zoologen haben zahlreiche und wertvolle Untersuchungen veröffentlicht zur Systematik und Verbreitung, zur Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Meeresalgen, des Planktons und niederer Tiergruppen der Nordsee, z. B. der Polypentiere u. a. Die Fischereibiologen der Anstalt haben unsere Kenntnis von der Biologie der höheren Meerestiere, namentlich der Nutzfische der Nordsee außerordentlich bereichert. Auf ihren zahlreichen und weiten Untersuchungsfahrten mit dem „Poseidon" (von 1902 bis 1913 etwa 50 mit 600 Fahrtagen) haben sie mit neuen und verbesserten Methoden der wissenschaftlichen Fischerei ein sehr großes Material gesammelt zur Beantwortung vieler schwieriger Fragen auf diesem Gebiete. So das alte Problem der Rassen und Wanderungen des Herings und anderer Nutzfische; die Fortpflanzung der Nutzfische, insbesondere die Verbreitung und Entwicklungsbedingungen ihrer planktonischen Eier und Larven; das Alter und Wachstum der Fische; die Zusammensetzung der Fischbestände im Meere nach Größe, Alter, Geschlecht u. a. m. Manche dieser Fragen sind hauptsächlich durch die Arbeiten der Biologischen Anstalt im Prinzip und zum Teil erschöpfend gelöst worden. Einige solcher Untersuchungen, wie die Bestimmung des Alters der Fische und der Zusammensetzung der Fischbestände, sind

von entscheidender Bedeutung in wichtigen fischereiwirtschaftlichen Fragen, z. B. ob für gewisse Nutzfische der Nordsee bereits Überfischung besteht, und ob und welche Maßregeln zum Schutze ihrer natürlichen Bestände ergriffen werden können. Hiermit hat die internationale Meeresforschung sich in den letzten Jahren vor dem Kriege besonders eingehend beschäftigt und dabei für *eine* wichtige Nutzfischart, *die Scholle der Nordsee*, den beteiligten Regierungen der Uferstaaten wissenschaftlich und praktisch begründete Vorschläge zu internationalen Schonmaßregeln machen können. An diesen Arbeiten hat die Biologische Anstalt sich durch ihren Leiter hervorragend beteiligt. Auch auf anderen praktischen Gebieten der deutschen Seefischerei und Fischzucht ist die Anstalt als Mitarbeiterin des Deutschen Seefischerei-Vereins tätig gewesen.

Ein großer Teil der wissenschaftlichen Arbeiten der Biologischen Anstalt wird in den *„Wissenschaftlichen Meeresuntersuchungen"* veröffentlicht, einer 1892 begründeten Zeitschrift in Gr. 4, die im Auftrage der Preußischen Landwirtschafts- und Kultusministerien von der Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere in Kiel und der Biologischen Anstalt auf Helgoland herausgegeben wird, mit besonderen Abteilungen für Kiel und Helgoland. Von der Abteilung Helgoland sind bis jetzt 11 vollständige Bände herausgegeben, die 86 Abhandlungen mit 3353 Seiten Text, 530 Textfiguren, 143 Tafeln und 18 Karten enthalten. Viele andere Arbeiten sind in den Berichten der internationalen Meeresforschung in Kopenhagen (Rapports usw.), in den Abhandlungen und Mitteilungen des Deutschen Seefischerei-Vereins und in anderen botanischen, zoologischen und fischereilichen Zeitschriften veröffentlicht. Auch gibt die Biologische Anstalt gelegentlich noch andere eigene Schriften heraus. So ist kurz vor dem Kriege die erste Lieferung einer Sammlung von photographischen Momentaufnahmen aus dem Helgoländer Aquarium unter dem Titel: „Tier- und Pflanzenleben der Nordsee" erschienen.

Viele Arbeiten der Biologischen Anstalt, darunter manche großangelegte, sind noch unvollendet. Der Krieg hat weder auf der Insel noch auf dem Meere Raum und Muße gelassen zu wissenschaftlicher Arbeit und damit den Betrieb der Anstalt so gut wie ganz zum Stillstand gebracht. Wir wissen noch nicht, ob und wann die unterbrochene Arbeit wieder aufgenommen werden kann, wir wollen und müssen aber hoffen, daß es sicher und bald geschehen kann. Es wäre ein wirklicher Verlust für die Biologie und für die deutsche Meereswissenschaft, wenn ein auf Helgoland so günstig gelegenes und so bewährtes und entwicklungsfähiges Forschungsinstitut dauernden Schaden nehmen oder gar für immer eingehen müßte.

Einführung in die Theorie der Flugzeug-Tragflügel.

Von Dipl.-Ing. Alb. Betz, Göttingen.

(Schluß.)

Wir haben festgestellt, daß von den seitlichen Flügelenden Wirbel ausgehen, welche die gleiche Zirkulation haben wie der Flügel und gewissermaßen seine Fortsetzung bilden. Es ist nun von Wichtigkeit zu wissen, wie diese Wirbel verlaufen. Da intensive Wirbel nur an der Berührungsfläche zwischen Flüssigkeit (Luft) und einem anderen Körper entstehen und stets mit der Materie mitwandern, so ist anzunehmen, daß sie hinter dem Tragflügel zu suchen sein werden, in der Luftschicht, welche mit dem Flügel in Berührung gekommen ist. Tatsächlich kann man sie dort auch verhältnismäßig leicht experimentell feststellen. Auf Grund theoretischer Überlegungen hat Prof. *Prandtl*[1]) nachgewiesen, daß die beiden Wirbel im Wesentlichen von den Flügelspitzen wie zwei Zöpfe nach hinten verlaufen und dabei, abgesehen von der nächsten Umgebung des Flügels, stets den gleichen Abstand *a* behalten (Fig. 12). Dieser

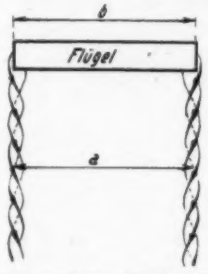

Fig. 12. Von den seitlichen Enden eines Tragflügels ausgehende Wirbelzöpfe. Der Abstand *a* der Wirbelzöpfe ist etwas kleiner als die Spannweite *b*. Der Unterschied ist aber in der Regel nur gering.

ist annähernd gleich der Flügelspannweite *b*, wenn der Auftrieb nahezu über die ganze Flügelspannweite gleichmäßig verteilt ist, bzw. wenn die Zirkulation bis nahe an den Flügelrand in ihrer vollen Stärke vorhanden ist. Ist der Auftrieb nicht gleichmäßig verteilt, so kann man ihn sich durch mehrere einander überlagerte Flügel erzeugt denken, welche zwar selbst gleichmäßig verteilten Auftrieb, aber verschiedene Spannweiten besitzen. Immer wo ein solcher Teilflügel zu Ende ist, sinkt die Zirkulation um den Gesamtflügel um den Betrag, welcher dem Teilflügel eigen war. (Fig. 13.) Von dieser Stelle geht aber dann auch ein Wirbelzopf aus, der zu dem Teilflügel gehört, also dem Auftriebsabfall an der betreffenden Stelle entspricht. Bei dieser Vorstellung fällt der Auftrieb

[1]) *Prandtl*, Ergebnisse und Ziele der Göttinger Modellversuchsanstalt (Vortrag in der Versammlung von Vertretern der Flugwissenschaft in Göttingen), Zeitschr. f. Flugtechnik u. Motorluftschiffahrt, III. Jahrg. S. 33 ff.

stufenförmig nach dem Rande hin ab. Man kann aber die Stufen beliebig klein bekommen, wenn man nur genügend viele Teilflügel mit entsprechend geringem Auftrieb zur Überlagerung bringt. Bei Verwendung von unendlich vielen Flügeln erhält man schließlich einen stetigen Abfall (wie er natürlich in Wirklichkeit allein vorkommt). Die einzelnen, von der Flügelhinterkante ausgehenden Wirbel (Fig. 13 unten) gehen dann in ein kontinuierliches Wirbelband über (Fig. 14).

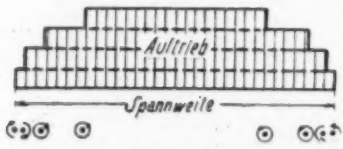

Fig. 13. Flügel mit stufenförmig nach dem Rand hin abfallender Auftriebsverteilung; darunter Querschnitt durch die zugehörigen Wirbelzöpfe hinter dem Flügel, welche von jeder Stufe ausgehen. Über den einzelnen Wirbeln ist die Strömung nach innen gerichtet, unter denselben nach außen, zwischen den einzelnen Wirbeln heben sich die Geschwindigkeiten teilweise auf.

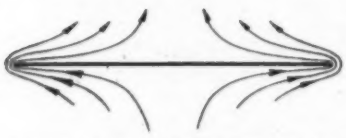

Fig. 14. Querschnitt durch das Wirbelband hinter einem Flügel mit kontinuierlich abfallender Auftriebsverteilung. Die einzelnen Wirbelfäden (Fig. 13 unten) haben sich zu einem kontinuierlichen Bande zusammengeschlossen (stark ausgezogene Grade). Die vertikale Strömung zwischen zwei benachbarten Fäden hebt sich im wesentlichen auf, es bleibt nur die hier dargestellte Strömung, sowie eine annähernd gleichmäßige Abwärtsbewegung des ganzen Systems übrig. Die Geschwindigkeitsdifferenz auf der Ober- und Unterseite an einer Stelle des Bandes ist gleich der Wirbelintensität an der betreffenden Stelle. NB. Die Stromlinien stellen die Bewegung relativ zum Wirbel dar (also so wie sie einem Beobachter erscheinen, der sich mit dem Wirbelsystem mitbewegt), dazu kommt noch die erwähnte gleichmäßige Abwärtsbewegung des Wirbelbandes selbst. Für einen ruhenden Beobachter haben die Stromlinien ungefähr die in Fig. 18 angegebene Gestalt.

Die Intensität desselben ist dort am größten, wo der Auftrieb am steilsten abfällt. Genauer ausgedrückt ist die Intensitätsverteilung im Wirbelband proportional dem Differentialquotienten der Auftriebsverteilung (vgl. Fig. 17). Bei normalen Flügeln ist der hauptsächlichste Abfall an Auftrieb nahe am Rande und deshalb sind auch die nach hinten abgehenden Wirbel hier am stärksten konzentriert. Solange wir uns nicht für das Strömungsfeld in unmittelbarer Nähe der Wirbelzöpfe interessieren, können wir diese, wie oben auseinandergesetzt, ohne großen Fehler durch Wirbelfäden ersetzen, welche von den Flügelspitzen parallel nach hinten verlaufen. Da ferner die Zirkulationsströmung um den Flügel (Fig. 5) in größerer Entfernung von ihm ebenfalls mit der Strömung um einen Wirbelfaden übereinstimmt, so können wir auch den Flügel selbst durch einen Wirbelfaden ersetzen, welcher die beiden seitlichen Fäden zu einem einzigen zusammenhängenden Wirbelfaden verbindet. Dieser Wirbel, dessen Feld also in einiger Entfernung mit dem des Flügels und seiner Wirbelzöpfe übereinstimmt, hat demnach die in Fig. 15 wiedergegebene Gestalt. Man kann diesen Ersatzwirbel z. B. dazu benützen, um die gegenseitige Beeinflussung der Tragflügel bei Doppeldeckern und Dreideckern zu ermitteln[1]). Man ersetzt der Reihe nach jedes der Tragdecks durch den entsprechenden Wirbel, ermittelt die seinem Feld entsprechenden Geschwindigkeiten an den Stellen, an denen sich die anderen Tragdecks befinden, und berechnet dann die durch diese Geschwindigkeitsänderungen verursachten Änderungen der Kräfte (Auftrieb und Widerstand). Die auf diese Weise erzielten Ergebnisse zeigen eine recht befriedigende Übereinstimmung mit den Messungen.[2]))

Fig. 15. Wirbelsystem, dessen Feld in einiger Entfernung von ihm mit dem eines Tragflügels von endlicher Spannweite übereinstimmt.

Die bequeme Wiedergabe des Strömungsfeldes durch einen einzelnen Wirbelfaden ist leider unzulässig, wenn es sich um Vorgänge in unmittelbarer Nähe der Wirbelzöpfe handelt, insbesondere z. B. wenn wir ihren Einfluß auf den Flügel selbst untersuchen wollen. In diesem Falle müssen wir auf die *Verteilung* der Wirbelstärke näher eingehen. Es wurde bereits weiter oben hervorgehoben, daß die genauere Gestalt der vom Flügel ausgehenden Wirbel ein Wirbelband ist, dessen *Intensitätsverteilung* eindeutig mit der *Verteilung des Auftriebes* längs der Spannweite zusammenhängt, indessen die Intensität des Zopfes im Abstande x aus Flügelmitte proportional $\frac{\partial \Gamma}{\partial x}$ ist. Wie oben in dem kurzen Abschnitt über Wirbel bereits erwähnt, kann man auch das Feld eines physikalischen Wirbels von gegebener Intensitätsverteilung berechnen, indem man die Felder der einzelnen Wirbelfäden, aus denen er

[1]) *Betz*, Die gegenseitige Beeinflussung zweier Tragflächen. Zeitschr. f. Flugtechnik u. Motorluftschiffahrt, V. Jahrg. S. 253 ff.

[2]) *Betz*, Auftrieb und Widerstand von Doppeldeckern (11. Mitteilung aus der Göttinger Modellversuchsanstalt). Zeitschr. f. Flugtechnik u. Motorluftschiffahrt, IV. Jahrg. S. 1 ff.

besteht, summiert (bzw. integriert). Wir können also auch *das Feld* der Wirbelzöpfe bei bestimmter Intensitätsverteilung oder, da diese von der Auftriebsverteilung abhängt, für eine *gegebene Auftriebsverteilung* berechnen. An der Stelle, wo sich der Tragflügel befindet, ist das Feld im wesentlichen durch Vertikalgeschwindigkeiten gegeben[1]), deren Größe im allgemeinen längs der Flügelspannweite verschieden ist und, wie eben gezeigt, von der Auftriebsverteilung abhängt.

Wir müssen nun untersuchen, welchen Einfluß das Hinzutreten einer solchen Vertikalgeschwindigkeit zur ungestörten Strömung (mit der horizontalen Geschwindigkeit v) ausübt. Zu diesem Zwecke betrachten wir einen Flügelquerschnitt (senkrecht zur Spannweite) in beliebigem Abstande von der Flügelmitte (Fig. 16). Wäre der Flügel unendlich lang, so wären die Verhältnisse durch das vorher behandelte ebene Problem gegeben. Die Begrenztheit der Flügellänge macht sich durch das Hinzutreten der Vertikalgeschwindigkeit w bemerkbar, welche zusammen mit der Horizontalgeschwindigkeit v eine schräg nach abwärts gerichtete Strömung u ergibt (Fig. 16). Das

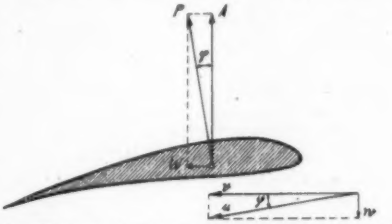

Fig. 16. Wirkung der durch die seitlichen Flügelenden bedingten Vertikalgeschwindigkeit w auf die Luftkräfte: durch Verkleinerung des Anstellwinkels um den Winkel φ ist die Luftkraft P vermindert, außerdem ist sie um den Winkel φ nach hinten geneigt, hat also eine Widerstandskomponente W.

Profil befindet sich also nicht mehr in einem horizontalen, sondern in einem schräg nach unten geneigten Luftstrome. Dies hat zwei wichtige Wirkungen: 1. Der Winkel, unter dem der Luftstrom tatsächlich das Profil trifft (Anstellwinkel), wird kleiner, und damit wird auch die Zirkulation bzw. der Auftrieb vermindert. 2. Da die mit der Zirkulation zusammenhängende Kraft senkrecht zu der jeweiligen Translationsgeschwindigkeit steht, so steht diese Kraft jetzt senkrecht zu der schräg nach unten gerichteten Geschwindigkeit u, ist also schräg nach hinten gerichtet, und zwar um den gleichen Winkel φ, um den u von der Horizontalen abweicht (Fig. 16). Da aber nach der gleich am Anfang gegebenen Definition der Auftrieb immer die Kraftkomponente ist, welche senkrecht zur Anströmungsgeschwindigkeit v (bzw. zur Bewegungsrichtung des Flügels) ist, so können wir diese schräg nach hinten gerichtete Kraft P nicht als Auftrieb bezeichnen. Wir können sie in zwei Komponenten zerlegen, von denen die eine den Auftrieb (A), die andere einen Widerstand (W) bildet. *Wir haben also als höchst wichtige Folge der endlichen Flügelspannweite einen Widerstand erhalten.* Wir werden auf diese zweite Wirkung noch eingehender zurückkommen. Zunächst wollen wir uns mit der ersten, der Abnahme des Auftriebes weiter beschäftigen.

Wir haben oben erkannt, daß durch die *Auftriebsverteilung* längs der Flügelspannweite die *Vertikalgeschwindigkeit* an jeder Stelle bestimmt ist und haben jetzt gesehen, daß bei gegebenem Profil die *Vertikalgeschwindigkeit* wieder die Ursache einer bestimmten *Auftriebsverteilung* ist, indem sie an verschiedenen Stellen eine verschieden starke Verminderung des Auftriebes bewirkt gegenüber dem durch das Profil beim ebenen Problem bestimmten Wert. Nun muß offenbar die auf *diese Weise erhaltene* Auftriebsverteilung mit jener identisch sein, von der ausgegangen wurde, da doch der Flügel nicht gleichzeitig zwei verschiedene Auftriebe haben kann. Man kann die Auftriebsverteilung als unbekannte Funktion einführen und erhält aus der Bedingung, daß die Ausgangsverteilung und die berechnete identisch sind, eine Gleichung[1]), durch welche die Verteilung bestimmt ist.

Durch diese Gleichung ist die Auftriebsver-

[1]) Außerdem sind noch Horizontalgeschwindigkeiten vorhanden, die aber ohne wesentlichen Einfluß sind.

[1]) Die Wirbelstärke an einer Stelle im Abstande x von Mitte Flügel ist $\frac{\partial \Gamma}{\partial x}$, die dadurch erzeugte Vertikalgeschwindigkeit an einer Stelle im Abstande ξ von Mitte Flügel ist $\frac{1}{4\pi(\xi - x)} \cdot \frac{\partial \Gamma}{\partial x}$, die von sämtlichen Fäden der Wirbelzöpfe herrührende Vertikalgeschwindigkeit ist $w = \frac{1}{4\pi} \int_{-\frac{b}{2}}^{+\frac{b}{2}} \frac{1}{\xi - x} \cdot \frac{\partial \Gamma}{\partial x} dx$, wobei b die Spannweite des Flügels bezeichnet. Die Zirkulation um das an der Stelle ξ befindliche Profil sei bei ungestörter Strömung (ebenes Problem) $\Gamma_0(\xi)$; infolge der Vertikalgeschwindigkeit w wird es vermindert um den Betrag $k(\xi) \frac{w}{v}$, wobei k die Änderung von Γ_0 mit dem Anstellungswinkel α bezeichnet, $k(\xi) = \frac{\partial \Gamma_0(\xi)}{\partial \alpha}$. An der Stelle ξ herrscht demnach die Zirkulation

$$\Gamma(\xi) = \Gamma_0(\xi) - k(\xi) \frac{w}{v}$$

oder wenn wir den Wert für w einsetzen

$$\Gamma(\xi) = \Gamma_0(\xi) - k(\xi) \cdot \frac{1}{4\pi v} \int_{-\frac{b}{2}}^{+\frac{b}{2}} \frac{1}{\xi - x} \cdot \frac{\partial \Gamma}{\partial x} dx.$$

Durch diese Integralgleichung ist $\Gamma(\xi)$ bzw. $\Gamma(x)$ bestimmt. Die Größen $\Gamma_0(\xi)$ und $k(\xi)$ sind experimentell oder auch auf Grund der Ergebnisse des ebenen Problems bekannt. Bei Flügeln, die überall gleiches Profil mit gleichem Anstellwinkel besitzen, sind die Größen Γ_0 und k konstant, bei veränderlichem Profil hängen sie vom Profil ab, sind also Funktionen von ξ, daher $\Gamma_0(\xi)$ und $k(\xi)$.

teilung eines Flügels mit beliebigen, an den einzelnen Querschnitten verschiedenen Profilen bestimmt (natürlich nur wenn der Flügel flugtechnisch gut ist, also großen Auftrieb bei kleinem Widerstand gibt, da nur dann die bei der Theorie gemachten Vernachlässigungen zulässig sind). Damit wäre dieses Problem im Prinzip gelöst; aber leider reichen die bisherigen mathematischen Hilfsmittel nicht aus, diese Gleichung zu lösen. Man muß sich vorläufig in anderer Weise zu helfen suchen. Ein gangbarer Weg ist der folgende: Man nimmt eine Auftriebsverteilung willkürlich an, berechnet daraus die Vertikalgeschwindigkeiten w und bestimmt nun die Flügelform ($\Gamma_0(\xi)$ und $k(\xi)$) so, daß sie unter dem Einfluß der berechneten Vertikalgeschwindigkeit gerade die zuerst gewählte Auftriebsverteilung ergibt. Führt man dies für mehrere Auftriebsverteilungen durch, so erhält man eine Reihe von Flügelformen, zu denen man die Auftriebsverteilung kennt; durch geeignete Wahl der Auftriebsverteilungen kann man schließlich jede Flügelform annähernd erreichen.

Hierbei ist aber auch noch eine Schwierigkeit zu beachten: Man kann die Auftriebsverteilung nicht beliebig wählen. Sie ist durch die Forderung eingeschränkt, daß die sich daraus ergebende Vertikalgeschwindigkeit w an keiner Stelle innerhalb der Flügelspannweite unendlich werden darf (praktisch muß man sogar verlangen, daß sie klein gegenüber der Translationsgeschwindigkeit v bleibt). Auch der Fall kann eintreten, daß die angenommene Verteilung unstabil ist. In diesem Falle würde eine kleine Abweichung von der vorausgesetzten Verteilung die Vertikalgeschwindigkeiten in einem solchen Sinne ändern, daß dadurch die kleine Abweichung noch weiter vergrößert wird. Noch vor wenigen Jahren war überhaupt keine mögliche Auftriebsverteilung bekannt, bis es Prof. *Prandtl* gelang, zunächst eine und im Anschluß daran eine ganze Reihe von möglichen Verteilungsfunktionen anzugeben. Bei der ersten dieser möglichen Auftriebsverteilungen, welche gefunden wurde, ist der Auftrieb (bzw. die Zirkulation) längs der Spannweite so verteilt wie die Ordinaten einer Halbellipse, welche über die Spannweite b gezeichnet ist (Fig. 17 oben)[1]). Die Vertikalgeschwindigkeit, welche zu dieser Verteilung gehört, ist längs der ganzen Spannweite konstant. Sie hat den Betrag

$$w = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{A}{\varrho\, v\, b^2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2$$

wobei A den Auftrieb des ganzen Flügels, ϱ die Luftdichte, v die Translationsgeschwindigkeit und b die Spannweite bedeuten (vgl. Anmerkung zu Formel 1). Die vorausgesetzte Auftriebsverteilung nach einer Halbellipse kann bei konstanter Vertikalgeschwindigkeit erreicht werden, wenn man den Flügelumriß elliptisch und die Profile alle geometrisch ähnlich mit gleichem Anstellwinkel gegen die Horizontale wählt (Fig. 17). Man kann aber natürlich die Verteilung auch mit einem anderen Flügelumriß bei passend gewählten Profilen bzw. Anstellwinkeln erreichen.

Wir hatten bereits weiter oben hervorgehoben, daß das Feld der von den Flügelrändern herrührenden Wirbelzöpfe zwei wesentliche Wirkungen mit sich bringt. Die erste, die Verminderung der Zirkulation um die einzelnen Profile hat uns zu

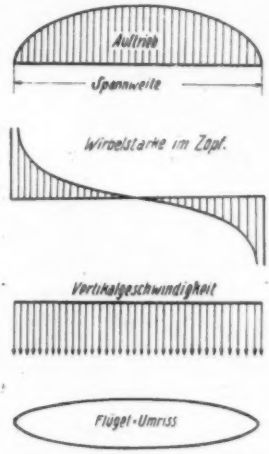

Fig. 17. Günstigste Auftriebsverteilung (oben), darunter zugehörige Verteilung der Wirbelstärke im Zopf und der Vertikalgeschwindigkeit, unten Flügelumriß. Der Auftrieb ist nach einer Halbellipse verteilt. Die Vertikalgeschwindigkeit ist dann längs der Spannweite konstant. Der Flügelumriß, durch den dies erreicht werden kann, ist eine Ellipse.

dem Problem geführt, die Auftriebsverteilung zu ermitteln, sie hat aber natürlich auch an sich praktische Bedeutung, da es von Wichtigkeit ist, zu wissen, daß der Auftrieb eines Flügels von endlicher Länge um einen angebbaren Betrag kleiner ist als der auf ein entsprechendes Stück einer unendlich langen Tragfläche entfallende Auftriebsanteil. Wir wenden uns nun der zweiten erwähnten Wirkung zu, der Entstehung einer Widerstandskomponente. Sie ist für den Gesamtwiderstand eines Flügels von ausschlaggebender Bedeutung, indem sie bei guten Profilen und den üblichen Flügelabmessungen meist über die Hälfte ausmacht.

Am einfachsten liegen die Verhältnisse bei einem Flügel mit elliptischer Auftriebsverteilung, wie sie oben auseinandergesetzt ist (Fig. 17), da hier die Vertikalgeschwindigkeit w längs der

[1]) $$\Gamma = a\sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2 - x^2};$$

weitere mögliche Verteilungen erhält man durch Multiplikation dieses Ausdruckes mit einem Polynom:

$$\Gamma = \sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2 - x^2}\left[a_0 + a_1\left(\frac{2x}{b}\right) + a_2\left(\frac{2x}{b}\right)^2 + \ldots\right].$$

Bei symmetrischen Flügeln sind die Glieder mit ungeraden Potenzen von $\frac{2x}{b}$ alle Null.

ganzen Spannweite denselben Wert hat (Gl. 2, S. 576). Wie nach Fig. 16 ersichtlich, ist

$$\frac{W}{A} = \frac{w}{v} \quad \ldots\ldots\ldots (3$$

(das von den Kräften A, P und W gebildete Dreieck ist dem von den Geschwindigkeiten u, v und w gebildeten ähnlich). Setzen wir den in Gl. 2 angegebenen Wert für w ein, so erhalten wir als Flügelwiderstand, verursacht durch die seitlichen Flügelränder

$$\boxed{W = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{A^2}{\varrho\, v^2\, b^2}} \quad \ldots\ldots\ldots (4$$

Ist der Auftrieb nicht nach einer Halbellipse verteilt, so ist w an jeder Stelle verschieden; die Rechnung wird dadurch etwa umständlicher, läßt sich aber immer noch verhältnismäßig leicht ausführen. Es zeigt sich dabei, daß die elliptische Verteilung in bezug auf den Widerstand am günstigsten ist. *Gl. 4 stellt also den kleinsten durch die endliche Länge des Flügels bedingten Widerstand dar*, welcher bei gegebenem Auftrieb A, Spannweite b, Fluggeschwindigkeit v, und Luftdichte ϱ mit einem Flügel zu erreichen ist. Im übrigen hat die Art der Auftriebsverteilung auf den daraus berechneten Widerstand im allgemeinen keinen sehr großen Einfluß. Insbesondere scheint bei den meisten praktisch vorkommenden Anordnungen der Unterschied gegen den in Gl. 4 angegebenen Wert kaum merklich zu sein. Dadurch ist Gl. 4 zu einer mit großer Annäherung allgemein gültigen Formel geworden. Ihre hauptsächlichste Anwendung findet sie, wenn man die Wirkung einer Vergrößerung oder Verkleinerung der Spannweite auf den Widerstand (bzw. das Verhältnis von Widerstand zu Auftrieb) bestimmen will. Die damit erhaltenen Resultate stimmen mit Messungsergebnissen innerhalb der Meßfehlergrenzen vollständig überein.

Die Gleichung 4 sagt im wesentlichen Folgendes aus: *Mit dem Auftrieb ist notwendig ein Widerstand verbunden, welcher umso größer ausfällt, je kleiner die Spannweite ist, auf welche er sich verteilt, und je kleiner die Geschwindigkeit ist, durch welche der Auftrieb erzeugt wird; und zwar nimmt dieser Widerstand im umgekehrten Verhältnis mit dem Quadrat der Spannweite und dem Quadrat der Geschwindigkeit zu oder ab.* Dieser Satz verbietet, bei einem Flugzeug die Spannweite zu klein und die Fluggeschwindigkeit zu niedrig zu wählen. Andererseits gibt es aber auch Gesichtspunkte, welche die Spannweite und die Geschwindigkeit nach oben hin begrenzen, so daß es eine Spannweite und eine Geschwindigkeit gibt, welche für eine bestimmte Aufgabe am günstigsten sind. Der Spannweite ist hauptsächlich durch die Rücksicht auf Festigkeit und Gewicht der Flügelkonstruktion eine Grenze gezogen. Die Geschwindigkeit ist, abgesehen von Landungsschwierigkeiten, einmal durch das mit ihr wachsende Motorgewicht beschränkt, dann aber auch dadurch, daß im Gegensatz zu dem von uns ermittelten „Randwiderstand" *alle nicht mit dem Auftrieb zusammenhängende Widerstände mit dem Quadrat der Geschwindigkeit zunehmen.*

Bei der bisherigen Darstellung der Vorgänge an einem Tragflügel sind die Strömungserscheinungen durch das Feld von Wirbeln wiedergegeben worden. Es mag vielleicht im Interesse einer größeren Anschaulichkeit nützlich sein, die Vorgänge auch von einem etwas anderen Standpunkte aus zu betrachten. Wir können uns den Auftrieb ähnlich dem Rückstoß beim Schuß in der Weise entstanden denken, daß der Flügel dauernd Luft nach unten in Bewegung setzt. Bei der Vorwärtsbewegung kommen immer neue Luftmassen in den Wirkungsbereich des Flügels, werden nach unten beschleunigt und verlassen dann den Wirkungsbereich mit einer bestimmten Abwärtsgeschwindigkeit. Die Luft vor dem Flügel und seitlich davon bleibt im wesentlichen unbeeinflußt; nur

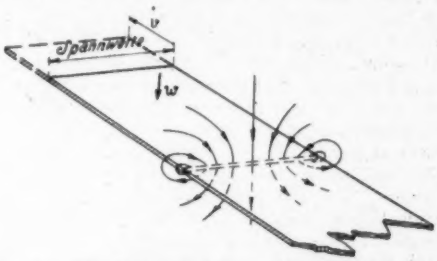

Fig. 18. Die Strömung hinter einem Flügel stimmt angenähert mit der Strömung um ein Brett von einer Breite gleich der Spannweite überein, welches in jeder Sekunde um das Stück v (Fluggeschwindigkeit) länger wächst und gleichzeitig eine gleichmäßige Abwärtsgeschwindigkeit w besitzt. Die Luft weicht in der durch die Stromlinien angegebenen Weise aus (vergl. auch Bemerkung zu Fig. 14).

eine Gasse, durch welche der Flügel gekommen ist, hat Abwärtsgeschwindigkeit. Man erhält ein ziemlich richtiges Bild von der Bewegung, wenn man sich ein Brett von der Breite der Flügelspannweite denkt, das sich vom Flügel aus nach rückwärts erstreckt und nach vorne zu mit der Zeit immer länger wächst, so daß es stets bis an den Flügel, der ja vorwärts schreitet, heranreicht. Wenn wir nun dieses hypothetische Brett nach abwärts bewegen, so stellt die Strömung um dasselbe, die sich doch wohl einigermaßen vorstellen läßt, mit ziemlich guter Annäherung den Vorgang dar, wie er sich beim Flügel abspielt (Fig. 18).

Die Auftriebskraft, welche man durch Beschleunigung von Luft erhält, ist gleich dem Produkt aus der sekundlich erfaßten Luftmasse und der dieser erteilten Vertikalgeschwindigkeit. Hieraus geht hervor, daß bei gegebenem Auftrieb die Vertikalgeschwindigkeit umso größer sein muß, je kleiner die in der Zeiteinheit erfaßte Luftmenge ist. Nun ist aber einleuchtend, daß diese Luftmenge umso größer ist, je größer einerseits die Spannweite ist, da sich dadurch der Ein-

fluß des Flügels weiter nach der Seite[1]) hin erstreckt, andererseits je schneller die Fluggeschwindigkeit ist, da dann der vom Flügel in einer Sekunde durchstrichene Raum größer ist. Durch diese Überlegung wird der in Gl. 2 zum Ausdruck kommende Einfluß der Spannweite und der Fluggeschwindigkeit auf die Vertikalgeschwindigkeit verständlich. Da in der nach unten beschleunigten Luft Bewegungsenergie steckt, welche durch äußere Arbeit aufgebracht werden muß, so ist einleuchtend, daß die Fortbewegung des Flügels einen Widerstand erfahren muß, durch dessen Überwindung eben diese Arbeit geleistet wird. Aus dem Zusammenhang dieses Widerstandes mit der Vertikalgeschwindigkeit geht auch hervor, daß dabei dieselben Größen, Spannweite und Fluggeschwindigkeit von Einfluß sind[2]). Bei genauer rechnerischer Verfolgung dieser Auffassung des Vorganges bei der Erzeugung von Auftrieb erhält man natürlich dieselben Ergebnisse, wie bei der Darstellung der Strömung durch das Feld von Wirbelfäden, da es sich ja in beiden Fällen nur um verschiedene Darstellungen desselben Vorganges handelt. Das eine Mal betrachtet man direkt die durch die äußeren Kräfte erzeugten Bewegungsvorgänge, das andere Mal zerlegt man die Bewegungsvorgänge in gewisse rechnerisch verhältnismäßig leicht zu beherrschende Teilbewegungen (Translationsbewegung, Strömung um einen Wirbelfaden) und stellt fest, welche derartigen Teilbewegungen mit dem Auftrieb notwendig zusammenhängen. Für die praktische Berechnung hat sich in den meisten Fällen die letztere Betrachtungsweise als vorteilhafter erwiesen; sie ist deshalb auch dieser Darstellung im wesentlichen zugrunde gelegt worden.

[1]) und gleichzeitig nach oben hin, daher nicht b, sondern b^2 in Gl. 2.

[2]) Die Geschwindigkeit, welche den einzelnen Luftteilchen erteilt wird, ist zwar verschieden. Um die Entstehung des Aufbaues der Formel 4 (Widerstand) im Prinzip zu verstehen, genügt es aber, wenn wir nur mit einer einheitlichen mittleren Vertikalgeschwindigkeit w (etwa gleich der in Formel 2 angegebenen) und einer sekundlich erfaßten Luftmasse m rechnen. Der Auftrieb ist dann

$$A = m \cdot w$$

die sekundliche Energiezunahme wäre

$$\frac{1}{2} m w^2 = A \cdot \frac{w}{2}$$

wenn die ganze Masse m überall gerade die Vertikalgeschwindigkeit w hätte. Da für die Energie aber auch die anderen Geschwindigkeitskomponenten (in seitlicher Richtung) in Frage kommen, und der erhaltene Energiewert außerdem von der willkürlichen Wahl von w abhängt, so ist dieser Wert noch mit einem bestimmten Faktor c zu multiplizieren. Wir erhalten nun als sekundlich zu leistende Arbeit

$$W \cdot v = c \cdot A \cdot \frac{w}{2}$$

oder

$$W = \frac{c}{2} \cdot A \cdot \frac{w}{v},$$

was durch Einsetzen des Wertes für w (Gl. 2) auf Gl. 4 führt, bis auf den unbestimmten Faktor c, der bei den gemachten Annahmen gleich 2 gesetzt werden muß.

Zusammenfassung.

Zunächst wird für die besonders einfache *„ebene Strömung"*, die etwa bei einem Flügel von unendlich großer Spannweite auftreten würde, der Zusammenhang des Auftriebes mit dem Strömungsbild einerseits und mit der Gestalt des Flügelquerschnittes andererseits auseinandergesetzt. Im 2. Teile werden die Störungen besprochen, welche durch die seitlichen Ränder eines Flügels von endlicher Spannweite hervorgerufen werden (*räumliche Strömung*). Diese Störungen lassen sich auf das Feld von Wirbelfäden zurückführen, welche im wesentlichen von den seitlichen Flügelrändern nach hinten verlaufen. Bei genauerer Verfolgung dieser Störungen ergeben sich Aussagen über die Verteilung des Auftriebes längs der Flügelspannweite und außerdem wird ein durch die Flügelränder verursachter Widerstand ermittelt, welcher sich zahlenmäßig sehr genau feststellen läßt und für praktische Berechnungen von großer Bedeutung ist. Zum Schluß wird versucht, die Strömungsvorgänge durch eine andere Darstellung qualitativ noch etwas anschaulicher zu machen.

Besprechungen.

Davis, W. M., und G. Braun, Grundzüge der Physiogeographie. Bd. I. Grundlagen und Methodik; zum Gebrauch beim Studium und auf Exkursionen von *G. Braun*. 2. Auflage. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1917. 209 S., 89 Abb. im Text, eine Tafel und Hilfstabellen. Preis geb. M. 5,—.

Der zweite, die *systematische* Morphologie enthaltende Teil dieser Neuauflage von *Davis-Brauns* Grundzügen der Physiogeographie (d. i. der deutschen Neu-Bearbeitung des ursprünglich unter dem Titel: „Physical Geography" 1898 in Boston, U. St., von *W. M. Davis* allein veröffentlichten Buches) erschien bereits im Jahre 1915. Jetzt liegt, zwei Jahre später, auch der *erste* Teil der zweiten Auflage des Ganzen vor. Infolge des Weltkrieges hat Prof. *Davis* an diesem zweiten Teil der 2. Auflage nicht selber mitgearbeitet. Da von dem entsprechenden Text der einleitenden Kapitel des ursprünglich im englischen Original (wie in der *ersten* Neuauflage der deutschen Bearbeitung) in *einem* Bande erschienenen Buches nur wenige Zeilen stehen geblieben sind, so hat man das Werk als selbständig von *G. Braun* neu verfaßt anzusehen. Dem entspricht der Untertitel. Die Zweiteilung kommt der Handlichkeit (des in erster Linie für das Studium und den Gebrauch auf Exkursionen gedachten Werkes), der inhaltlich neue Aus- und Aufbau dem wissenschaftlichen Werte sehr zu statten.

Nach Art und Umfang ist die Stoffbehandlung dieses ersten Bandes aufzufassen als eine Konzession an das ziemlich einstimmig abfällige Urteil über die Dürftigkeit der bisherigen, die dynamischen und methodischen Grundlagen der Morphologie darstellenden Einleitungskapitel des Gesamtwerkes. Auch jetzt ist die Darstellung knapp geblieben. Sie gibt nur das Notwendigste. In dieser Kürze aber liegt Absicht; denn die schon vorhandenen größeren Lehrbücher der allgemeinen Erdkunde sollen nicht ersetzt, sondern lediglich in ihrem spezifisch physiogeographischen Teil ergänzt werden „durch diese aus der Praxis entstandenen und

für die Praxis geschaffenen Bändchen". *Schulung zur Beobachtung* und *Anleitung zur Darstellung* werden als Ziel des Buches aufgestellt.

Unter diesen leitenden Gesichtspunkten werden im vorliegenden Bande I: *Die Grundlagen der Physiogeographie* unter folgenden Kapitelüberschriften behandelt: 1. Die Erdkugel. 2. Die Lufthülle. 3. Land und Wasser. 4. Die Wasserhülle der Erde. 5. Die Landmasse der Erde. Die für das Landschaftsbild gleichfalls so wichtige Pflanzenwelt wird also ebenso wenig berücksichtigt, wie der Mensch, über dessen Einwirkung auf die Erdoberfläche *Davis* ursprünglich in der 1. Auflage gelegentliche, wenn auch völlig unzureichende und wenig befriedigende Andeutungen gemacht hatte. Dafür wurden in einem, für die geographische Praxis sehr nützlichen Anhang I: *die Methoden der Physiogeographie* in folgender Gruppierung behandelt: 1. Methoden der Erdmessung. 2. Methoden der Geophysik. 3. Methoden der Meteorologie. 4. Methoden der Meeres-, Seen- und Flußforschung. 5. Methoden der Landesvermessung. 6. Methoden der Geologie. Ein II. Anhang bringt allerhand für die Praxis wichtige *Hilfstafeln*.

Da einem jeden Kapitel sorgsam ausgewählte Literaturnachweise angefügt sind, so kann sich der Benutzer des knappen, aber zuverlässigen Textes weitere Belehrung selber verschaffen, wenn auch zu einer solchen eigenen Vertiefung bereits erhebliche Selbständigkeit in der Auffassung gehört. So ist denn das Buch keine Einführung für *Anfänger*, sondern eher ein Repetitorium und eine Wegleitung für Fortgeschrittene. Es ist eine kurze handliche Zusammenfassung und zweckentsprechende Gruppierung des reicheren Inhalts der daneben keineswegs entbehrlich gewordenen modernen Lehrbücher der allgemeinen Erdkunde (z. B. *Herm. Wagners* oder *A. Supans*), auf deren bisherige, in ihrer Art wohlberechtigte und bewährte Methode zur Ergänzung nachdrücklichst hingewiesen werden muß.

Max Friederichsen, Königsberg i. Pr.

Höfer, Edler von Heimhalt, Hans, Die Verwerfungen. (Paraklase. Exokinetische Spalten.) Braunschweig, Fr. Vieweg u. Sohn, 1917. XII, 128 S. und 95 Abbild. Preis geh. M. 7,—.

In vorliegendem Werke gibt der em. o. ö. Professor der Geologie an der k. k. montanistischen Hochschule in Leoben eine zusammenfassende und gründliche Darstellung des Problems der Verwerfungen, welches neben seinem wissenschaftlichen vor allem ein hervorragend praktisches Interesse für den Bergbau hat. Man kann dem Verfasser nur beipflichten, wenn er einleitend ausführt, daß die vielfach noch ungeklärte Mechanik der Gebirgsbildung gerade durch die genaue Beobachtung des Tatsachenmaterials über Verwerfungen auf Grund des Studiums genauer bergmännischer Karten und Profile nur gewinnen kann. Dafür ist in dem Werke ein außerordentlich reiches literarisches und tatsächliches Beobachtungsmaterial methodisch und übersichtlich verarbeitet worden.

Aus Vorlesungen hervorgegangen will das Buch kein erschöpfendes Lehrbuch, immerhin aber eine systematische Darstellung der Elemente der Kenntnis von den Verwerfungen, und zwar nicht in letzter Linie für die *Praxis* des Bergmanns sein. Verfasser steht auf dem Standpunkte der vor allem von *Ed. Sueß* bis in seine letzten Konsequenzen vertretenen und zur Erklärung der Dislokationen der Erdrinde benutzten Kontraktions- oder Schrumpfungstheorie. Dementsprechend sagt Verf.: die letzte Ursache der entokinetischen Spalten ist Substanz- oder Wärmeverlust, die der natürlichen exokinetischen Spalten die Abkühlung der Erde und die Schwerkraft; wobei er unter *entokinetischen* diejenigen Spalten versteht, bei denen die das Zerreißen bewirkende Kraft *innerhalb* des Gesteins gelegen war, unter *exokinetischen* diejenigen, bei denen diese Kraft *außerhalb* desselben angenommen werden muß. Da die Verwerfungen durchweg exokinetische Spalten oder „Paraklasen" im Sinne *A. Daubrées* sind[1]), so werden im wesentlichen diese behandelt, und zwar in einem *allgemeinen* und einem speziellen Teile. Nach ihrer Entstehung werden unterschieden: Zugspalten und Druckspalten. Ihre Eigenschaften werden in bezug auf Erstreckung, Mächtigkeit, Ausfüllung usw. behandelt.

Der zweite *speziellere* Teil, welcher den Hauptinhalt des Buches darstellt (S. 20—128), beschäftigt sich mit den „*Verwerfungen*", und zwar sowohl mit Parallel-, wie Dreh- oder Torsionsverwerfungen, ihren Bewegungsrichtungen, ihrem Zusammenvorkommen mit Spalten, ihrer Wasserführung, ihren Erzgängen, ihrem geologischen Alter und ihrer Bildungsdauer. Am Schluß dieser Ausführungsreihen werden aus der reichen Praxis des Verfassers hervorgegangene Ratschläge über das Erkennen der Verwerfer obertags, ihre bildliche Darstellung, ihre bergmännische Ausrichtung und ihre geometrische Konstruktion gegeben. Ein Überblick über die geschichtliche Entwicklung unserer Kenntnis der Verwerfer macht den Schluß.

Max Friederichsen, Königsberg i. Pr.

Paläogeographische Mitteilungen.

Die große Bedeutung, die der Paläogeographie zukommt, findet volle Anerkennung bei *K. Andrée*, der sie als das eigentliche Ziel wissenschaftlicher Geologie hinstellt. Sie muß möglichst viele Querschnitte durch die Erdgeschichte feststellen, so wie uns die Geographie deren jüngsten Querschnitt kennen lehrt (*Nat. Wochenschrift XXX*, S. 600—605).

Einen wertvollen Beitrag zur Geschichte Afrikas liefert *E. Hennig*, der uns zeigt, daß der schwarze Erdteil eine viel wechselvollere Geschichte gehabt hat, als man das früher meinte. Im Silur, Devon und Karbon griff das Meer über die westliche Sahara weg, im Devon auch über das Kapland. Im Perm überflutete es das Namaland. In der Trias war das Kongobecken durch ein von Abessinien her tief einschneidendes Mittelmeer bedeckt. Der Jura trennte Madagaskar von Afrika und überflutete Somaliland, Abessinien und das Atlasgebiet. Ähnlich lagen die Verhältnisse in der älteren Kreide; in der jüngeren flutete das Meer rings um Afrika und drang besonders im Nigergebiet tief in das Land ein, ganz Westafrika bedeckend. Noch im Tertiär waren von dieser Überflutung Buchten am Nil, Senegal, Niger, in Tunis und Somaliland zurückgeblieben (*Peterm. Mitt. LXIII*, 1917, S. 73—77, 113 bis 118, 145—148).

Nach Südamerika führt uns *H. v. Jhering* und verteidigt seine seit vielen Jahren vertretenen Annahmen von alten Verbindungen dieses Festlandes mit Afrika und mit Australien, sowie einer zweimaligen Einwanderung nordischer Tiere während der Tertiärzeit. Die höheren Säugetiere sind nach ihm aus ihrer Heimat eher nach Südamerika als nach dem Norden gelangt (*Not. Prel. Rev. Mus. Paul. I*, S. 121—148).

Für das ehemalige Vorhandensein von Landbrücken zwischen den Süderdteilen bringt *H. Hallier* neue Be-

[1]) Man vergleiche den Untertitel des Werkes: Paraklase. Exokinetische Spalten.

weise aus dem Pflanzenreiche bei, so allein 19 für eine brasilisch-afrikanische Verbindung und auch einige für eine südpazifische Brücke, beides Annahmen, die, hauptsächlich durch *v. Jhering* aufgestellt, viel umstritten worden sind (*Meded. Rijks Herb. Leiden 35*, 1918, S. 1—33).

Auch *C. Skottsberg* kommt durch eine Untersuchung der Flora der Robinsoninsel Juan Fernandez zu dem Schluß, daß früher im Stillen Ozean mehr Land vorhanden gewesen ist als jetzt. Aus dieser Zeit stammt das älteste Element der Inselflora, zu dem später südamerikanische Formen kamen (*K. Svensk. Vet. Handl. LI*, S. 1—73).

Wie heute der Golf von Kalifornien die gleichnamige Halbinsel abtrennt, so tat dies im Eozän nach *E. T. Dumble* eine weiter östlich von Tehuantepec nach Norden führende Bucht mit Westmexiko. Eine Landschwelle vom Bogen des Rio Grande nach Tamaulipas trennte sie vom Golf von Mexiko, der erst später südlich der Schwelle bei Tampico vordrang (*Journ. Geol. XXIII*, S. 481—498).

Die wechselvolle tertiäre Geschichte des Mainzer Beckens läßt *W. Wenz* vor unseren Augen vorüberziehen. Wir sehen, wie sich das Meer besonders im Norden zurückzog, wie das Becken ausgesüßt wurde, wie dann das Meer von neuem eindrang, worauf die Aussüßung wieder rasche Fortschritte machte. Zugleich schrumpfte das Becken von Süden her stark ein und löste sich in Einzelseen auf (*Geol. Rundsch. V*, S. 321—346).

In die ältesten, besser bekannten Zeiten der Erdgeschichte führt uns *G. Frödin* zurück, wenn er uns das Relief der subkambrischen Abtragungsfläche im schwedischen Jämtland vorführt, die bis in das kaledonische Faltungsland hinein einer Rumpfebene nahe kam (*Bull. Geol. Inst. Upsala XIII*, 1916, S. 233—286).

Eine höchst wechselvolle Geschichte hat auch die Donau gehabt, die von der Quelle bis zur Mündung immer wieder aus weiten Becken in enge Durchbruchstäler eintreten muß, die sie sich durch hindernde Gebirge gesägt hat. Über ihre Schicksale oberhalb Passau gibt *M. Lagally* eine recht gute Übersicht. Wir sehen, wie die Donau ihr Bett immer tiefer verlegt und sich infolgedessen mit ihren Nebenflüssen Wörnitz und Altmühl Durchbrüche durch den Jura geschaffen hat, wie sie einen Teil ihres alten Laufes verließ (Wellheimer Trockental, unteres Altmühltal), um ausschließlich dem südlichen Neuburger Arme zu folgen. Überall war der Strom älter als die erst durch allgemeine Abtragung freigelegten Gebirge (*Progr. Regensburg, Alt. Gymn.* 1915).

Nicht geringeres Interesse bieten in Norddeutschland die vier Urstromtäler von Eberswalde, Berlin, Glogau—Baruth und Breslau—Magdeburg. In einer ausführlichen Arbeit über das norddeutsche Flachland zeigt nun *E. Wunderlich*, daß das südlichste gar kein einheitliches Urstromtal ist. Spree und Schwarze Elster sind wohl westwärts zur Elbe abgebogen, Bober, Queiß und Neiße aber haben sich unter dem Eise nach Norden fortgesetzt. Zeitweise ist aber auch der Bober durch Schwarzwasser und Katzbach zur Oder geflossen (*Geogr. Abhand. NF. 3*, 1917, S. 1—87).

Auf alte hydrographische Verbindungen in Osteuropa weisen die arktischen Elemente in der aralokaspischen Fauna hin, der Seehund und fünf Krebse. Für ihr Vorkommen gibt *A. G. Högbom* eine neue, einleuchtende Erklärung. Die Tiere konnten vom Norden nach dem Süden wandern, als das von Esthland und Karelien noch einmal bis Kurland, Livland, Ingermanland und zur Onega vorstoßende Eis an den nordwärts strömenden Flüssen Stauseen bildete, so an der Memel, Düna, Narowa, Walchow, Onega, Dwina, Petschora u. a., Seen, die von der Gegend des Ladogasees an nach der Wolga hin abflossen. Erst der weitere Rückzug des Eises öffnete den Flüssen den Weg nach Norden (*Bull. Geol. Inst. Upsala XIV*, 1917, S. 241 bis 260).

Auch in Schweden haben während der Rückzugszeit des Eises Stauseen eine bedeutsame Rolle gespielt. *G. Frödin* macht uns mit einigen weiteren Beispielen aus dem südlichen und mittleren Schweden bekannt, bei denen wir richtige Kalbungsbuchten und Mündungstrichter unter dem Eise strömender Flüsse feststellen können (*Bull. Geol. Inst. Upsala XV*, 1916, S. 149 bis 174). Die Stauseen lagen besonders zwischen der Wasserscheide im Westen und der Eisscheide im Osten und ihre Abflüsse schnitten im nördlichen Skandinavien in erstere schluchtenartige Felsentäler ein, von denen uns *B. Högbom* einige vorführt (ebend. S. 195 bis 210).

Nächst der Geschichte der europäischen Flüsse ist die der nordamerikanischen durch zahlreiche Arbeiten aufgeklärt worden. Eine neue Arbeit von *C. M. Bauer* befaßt sich mit dem oberen Missouri. Hier herrschten früher nordöstliche Richtungen vor. So floß der obere Missouri von Great Falls nach dem Milk River und weiterhin von Poplar nach dem Souris R. und durch diesen zum Assiniboina und Winnipegsee. Der Kleine Missouri aber bog nicht nach Osten ab, wie heute, sondern floß gerade nach Norden (*Journ. Geol. XXIII*, S. 52—58). In das Gebiet des oberen Mississippi bei Minneapolis führt uns *E. K. Soper*. Vor der Eiszeit floß der Strom in tiefeingeschnittenem Tale etwas weiter westlich als heute, wo jetzt einige Seen liegen (ebend. S. 444—460).

Auf verschiedenste Weise sucht man die Klimaverhältnisse der Vorzeit zu entschleiern. *F. v. Kerner* sucht sie aus der Verteilung von Land und Meer in den einzelnen Perioden zu berechnen. Seiner Untersuchung des permischen Klimas legt er eine Frechsche Karte zugrunde. Für Nordindien ergibt sich eine Julitemperatur von 15°. Trotzdem war aber hier eine Gletscherbildung möglich, dagegen kaum die Entstehung von Inlandeis. Die höchst merkwürdige permische Eiszeit, die ihre Spuren gerade in tropischen und subtropischen Ländern hinterlassen hat, läßt sich aber auch auf diesem Wege noch nicht restlos erklären. Es ist ja aber auch gerade für diese Zeit manches im Verlaufe der Küsten ungewiß, so daß damit auch die darauf gegründeten Rechnungen unsicher werden müssen (*Sitz.-Ber. K. Akad. Wiss. Wien, math.-natw. Kl., Abt. I, CXXVI*, 1917, S. 177—228). Man hat ja diese Eiszeit ebenso wie andere Merkwürdigkeiten im Klima der Vorzeit durch Polverschiebungen erklären wollen, doch verhält sich *v. Kerner* hiergegen mit vollem Recht ganz ablehnend. Die indischen Schichten sprechen entschieden gegen eine Ablagerung in höheren Breiten und ganz allgemein ergibt sich der Schluß, daß die Annahme großer Krustenwanderungen kein brauchbares Hilfsmittel zur Erklärung geologischer Klimate ist, da sich die thermischen Wirkungen dieses Mittels auch nicht annähernd schätzen lassen (ebend. S. 445—472).

Th. Arldt, Radeberg.

Für die Redaktion verantwortlich: *Dr. Arnold Berliner*, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.